



TITLE:

A Fundamental Study on Oscillatory Combustion(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Suzuki, Kenjiro

CITATION:

Suzuki, Kenjiro. A Fundamental Study on Oscillatory Combustion. 京都大学, 1971, 工学博士

ISSUE DATE:

1971-01-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213545>

RIGHT:

氏 名	鈴 木 健 二 郎 すず き けん じ ろう
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 398 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	A Fundamental Study on Oscillatory Combustion (振動燃焼の基礎的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 佐 藤 俊 教 授 大 東 俊 一 教 授 神 元 五 郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は振動燃焼の機構を一般的ないしは包括的に解析し、実際燃焼器における区々の振動燃焼の一般的説明を試みることから、その機構を明らかにし、更にその防止あるいは抑制の有効な方途を見出さんとして行なわれた理論的並びに実験的研究を纏めたもので、11章からなっている。

第1章は緒論で、本研究の目的を上記のごとき視点においた理由と研究の概要をのべている。

第2章から第6章までは主として理論的究明を行った部分で、本研究の基本をなしており、まず第2章は基礎理論を展開するに必要な準備で、実験結果から振動燃焼の特徴を整理し、これらの現象を一般的に把握するための解析方法として以下の方法を採用する妥当性を述べている。

第3章は単純化した燃焼器系での振動燃焼機構の一般的解明を試みている。すなわち、直管型燃焼器において、流れが一次的であり、且つ燃焼器内に振動エネルギーの損失源がない場合について、連続の式、運動方程式、エネルギー式の3基礎式を燃焼領域と非燃焼領域に分けて扱い、燃焼領域ではこれら諸式を積分し、その結果を非燃焼領域すなわち未燃焼、既燃焼両領域における解の結びつけの条件として用いる解析方法により、燃焼方式を特定条件に限定することなく、また特定の仮定を設けずに解を得ることに成功し、振動燃焼の包括的かつ普遍的説明を可能にしている。その結果、振動燃焼は流れと燃焼過程との相互干渉の程度により規定される自励振動であること、特殊な共鳴振動条件以外ではエネルギー損失のない系でも、振動を維持するためにある大きさの発熱率変動を必要とすることなど振動燃焼の基本的性格を明確にし、更に燃焼条件に応じて特定の発振条件が存在し、これが火災位置ならびに流れと燃焼過程の干渉のあり方により相違する様相などを明らかにしている。

第4章はエネルギー損失を伴う系について前章の理論を拡張したもので、エネルギー損失の存在により一般に振動振幅が减小し、また発振を起す火災位置の存在範囲も狭くなり、実際上はエネルギー損失の増大が振動を抑制する方向にあることおよびその程度を明確にしている。続いて第5章では燃焼器断面積が変化する場合への拡張を行っており、適当な等価燃焼器長さをを用いることにより、前章までの結果がそのまま

有用であることを示している。

第6章ではこれまでに得られた結果を詳細に検討し、著者が上の3章で流れと燃焼過程の干渉のあり方を規定するのに用いてきた2つのパラメータの持つ実際の意味、エネルギー損失の具体的大きさやそれと振動要素との関連などを整理し、実験結果など実際面への応用に便ならしめている。

第7章では上述の理論と著者の行った実験結果ならびに従来の他研究者による実験結果との比較を行っており、著者の行った噴霧燃焼炎における実験結果のみでなく、他の形式の燃焼方式に対する実験結果が理論結果とよく一致し、従来区々に論じられて来た振動燃焼の機構が一般的な立場から説明しうることを明らかにしている。この成果に立脚して第8章ではトンネルバーナ、ボイラ、ロケット等各種の燃焼装置で発生する振動燃焼に検討を加え、特異と見做されて来たそれらの幾つかの様相を、本解析の範囲内で矛盾なく理解することができることを指摘している。

第9章は振動燃焼の起振力である発熱率変動の具体例を明確にするため、噴霧燃焼炎中の振動の起振・発振機構を具体的に検討して、詳細な実験結果と解析結果との対比により、この燃焼方式の場合は、起振・発振の両機構とも流速変動に関連して生じており、発振可能な燃焼条件範囲は一次空気流量の小さい領域Ⅰとそれの大きい領域Ⅱとに区別し得ること、且つ領域Ⅰではその振動は共鳴振動に近いが、領域Ⅱではそれからのずれが大きいことを明らかにし、更に燃焼の各種過程を詳細に検討して、領域Ⅰでの起振には液滴火炎の遷移現象と関連する発熱率変動が、領域Ⅱでは循環流れの周期的な変動に伴う発熱率変動が大きな役割を果していることを明らかにしている。

第10章は解析結果から有用であると考えられる振動抑制策を検討したもので、保炎装置を用いる方法とHelmholtzの共鳴器を付する方法について述べている。前者は燃焼領域内の密度変動を抑える効果があるため、発生する振動は音響振動に近づくので振巾が減少すると言う理由から有効であることを明らかにしている。振動を抑制する他の方法はエネルギー損失を増大させる方式であり、その具体的方法の一つは燃焼器壁に小孔を設ける方法であって、これが振動を抑制する模様は第7章で述べられているが、他の方法として後者をあげ、その効果が最大となるような共鳴器の容積とその取付位置の選定方法を示し、実験的にそれを確認している。

第11章は以上の結果を要約して結論としたものである。

論文審査の結果の要旨

振動燃焼の発生は燃焼の不安定ないしは燃焼性能低下、騒音あるいは燃焼装置の機械的もしくは熱的破損を招来するため、その防止、抑制の方策の確立が望まれるが、そのためにはその振動機構の解明が必要であって、各種装置における種々の燃焼方式について研究が行なわれて来たが、現象の複雑さもあって、個々の燃焼方式について区々の解析がなされているのみで、振動燃焼を一般的に扱う試みはなされておらず、その機構の解明も不十分な点が多い。

著者はかかる現状に鑑み、振動燃焼の一般的説明を試みることから、その機構を明らかにし、更にその防止ならびに抑制に対して有用な一般的方法を示唆することを主眼として、理論的ならびに実験的研究を行ったもので、まず単純化した燃焼器系について、燃焼方式を特定条件に限定することなく、また特殊な

仮定を用いしないで基礎方程式を巧みに解く解析方法を確立し、燃焼方式によらず普遍性のある解析結果を得ることに成功し、更にこの方法をエネルギー損失のある場合ならびに燃焼器断面積の変化のある場合に拡張して、より実用的に役立つ結果を得、著者の行った実験結果のみならず、他の研究者による種々の実験結果が理論結果により、うまく説明しうることを示し、従来区々に論じられ、あるいは特異と見做されて来た種々の振動燃焼の機構を一般的に論じ、あるいは理解しうることを明らかにした点は高く評価しうるものと考ええる。

上記の方法によって、振動燃焼は流れと燃焼過程との相互干渉のあり方によって規定される自励振動の一種であること、特殊な共鳴振動条件以外では、一般にエネルギー損失のない系でも振動を維持するためある大きさの発熱率変動を必要とすることなどその基本的性格を明確にし、発振の条件や振動数と燃焼の諸条件との関係を包括的に把握することを可能にし、また著者の実験した噴霧燃焼炎の場合について振動燃焼の起振力である発熱率変動の機構を詳細に論じ、起振機構を解明する具体的方法を例示して今後の研究の進展に有用な指針を与えている。

更にまた、解析結果から、振動燃焼を抑制するのに有効な一般的方向を示し、これらを具体的に実施する二、三の方法を明らかにし、実験的にそれらの妥当性と適用性を実証するなど、これらの結果は実用上非常に有益であると考えられる。

これを要するに、本論文は振動燃焼の機構を普遍的に解明し、その結果から、これを抑制する有効な方法を明らかにして、燃焼工学に関するいくつかの有用な新しい知見を加えたもので、学術上はもとより、工業的にも寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。